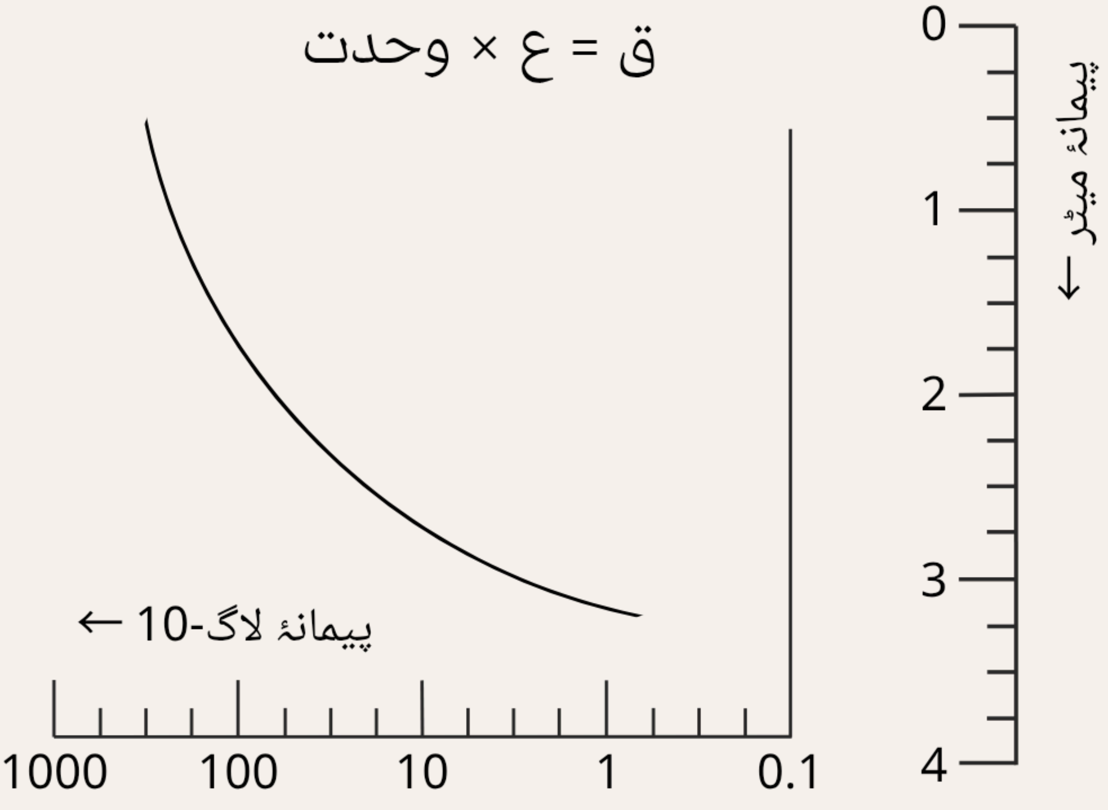
علم فیزکس

پیمائش و اس کے متعلقات

از قلم حذیفہ



علم فیزکس

پیمائش و اس کے متعلقات

از قلم حذیفہ

بسم الله الرحمن الرحیم

نحمدہ و نصلی علی رسولہ محمد

مقدمہ

یہ رسالہ ہے مقادیر و اس کے متعلقات کے حقائق کے بیان میں، و عبارت ہے خالص اردو زبان میں۔ و اس میں ذکر کیا گیا ہے پیمائش کے مہمات کو واضح کرتے ہوئے اس کے مبہمات کو جو عموماً متروک ہوتے ہیں کتابوں سے و مدرسوں کی زبانوں سے۔ تاکہ ڈال سکوں ایک قوی بنیاد، بیان کرنے کے لیے فیزکس کے اعلی درجات کو۔ واللہ المستعان۔

مقدار

مقدار وہ ہے جو کتنا کے جواب میں بولی جائے مثلا کسی نے سوال کیا یہ کتنا بالو ہے؟ و یہ کتنے آدمی ہیں؟ تو ہم نے جواب دیا کہ یہ 2 بوری بالو ہے و یہ 4 آدمی ہیں۔ تو اس میں 2 بوری و 4 فرد مقادیر ہیں، و فرد لفظا محذوف ہے جس کا ذکر آگے آئے گا۔ و مقدار کی تعبیر انگریزی میں Q سے کی جاتی ہے، و ہم ق سے کریں گے۔

مقدار کے دو جز ہوتے ہیں، ایک جزِ عددی جس کو ہم **تعداد** کہیں گے مثلا مثال مذکور میں 2 و 4، و دوسرا جز غیر عددی جس کو ہم **وحدت** و **اکائی** کہیں گے مثلا مثال مذکور میں بوری و فرد۔

مقدار	
تعداد \ جز عددی	وحدت \ جز غیر عددی
2	بوری
4	فرد

اشیاء کی دو اقسام ہیں۔ ایک وہ جس میں افراد حقیقی موجود ہوتے ہیں مثلا آدمی و انڈا، تو ان کی مقدار میں اس فرد حقیقی کا وحدت ہونا متعین ہوتا ہے، لہذا اسے ذکر نہیں کرتے مثلا 3 انڈا کہتے ہیں و 3 فرد انڈا نہیں کہتے۔ لیکن چینی زبان میں صراحتا ظاہر کیا جاتا ہے مثلا 三个人 یعنی سی کا رین یعنی تین فرد آدمی۔ و دوسری قسم وہ ہے جس میں افراد حقیقی موجود نہیں ہوتے مثلا طول تو اس میں ہم افراد حکمی وضع کرتے ہیں مثلا بالشت و قدم وغیرہ۔ و ان کی مقدار میں وحدت متعین نہیں ہوتی کیونکہ فرد حقیقی ہوتے نہیں و فرد حکمی ایک سے زیادہ ہو سکتے ہیں، تو 1 لمبائی سے کونسا مراد ہوگا، لہذا فرد کی تعیین لازم ہوتی ہے تو کہتے ہیں 2 بالشت لمبائی و 5 قدم کا فاصلہ۔

اگر کوئی کہے کہ چاول میں تو افراد حقیقی موجود ہوتے یعنی اس کے دانے، پھر بھی فرد حکمی وضع کیا گیا مثلا ساع، جبکہ تو نے کہا کہ افراد حقیقی اس میں وضع کیا جاتا جس میں افراد حکمی نہ ہوں۔ تو میں کہوں گا کہ فرد حکمی کو وضع کرنا حسب حاجت ہے۔ تو جس میں افراد حقیقی نہیں ہیں مثلا طول، یا ہیں لیکن معتبر نہیں ہیں مثلا پانی کے مالیکیول یا چاول کے دانے، تو ان میں فرد حکمی وضع کرنے کے سوا کوئی چارا نہیں۔ و جس میں افراد حقیقی ہیں اس میں ضروری نہیں لیکن ممکن ہے مثلا ہم نے 12 افراد کے مجموعہ پہ ایک فرد ہونے کا حکم لگایا و اس کا نام رکھا درجن، تو کہا جاتا ہے 2 درجن انڈا جس سے مراد ہوتا ہے انڈے کے 12 افراد کے دو مجموعات۔ خوب سمجھ لو۔

فرد	
حقیقی	حکمی
آدمی	بالشت
دانہ	کپ
مالکیول	درجن

افراد حقیقی شمار کرکے معلوم کیے جاتے ہیں۔ و **شمار کرنے** کا معنی ہے ان تمام افراد کو یک بعد دیگر اعداد صحیح ایجابی سے بترتیب متصف کرنا، مثلا 1، 2، 3... یہاں تک کہ تمام آدمی کسی عدد سے متصف ہو جائیں، تو جو آخری عدد ہوگا وہ ان کی مقدار ہوگا، مثلا 8، تو مقدار ہویی 8 افراد، لیکن افراد حذف ہو گیا، لیکن وحدت کے بنا مقدار کا جز عددی تعداد کہلاتا ہے، لہذا افراد حقیقی کی مقدار کو تعداد کہا جاتا ہے۔ مثلا کہا جاتا ہے کہ جلسہ میں لوگوں کی تعداد 2000 تھی و نہیں کہا جاتا کہ لوگوں کی مقدار 2000 تھی۔

افراد حکمی کو براہ راست شمار نہیں کیا جاسکتا کیونکہ وہ ایک دوسرے سے جدا نہیں ہوتے مثلا بالٹی میں کتنا پیالا پانی ہے کیسے شمار کیا جا سکتا ہے۔ لہذا اسے پیمائش سے معلوم کیا جاتا ہے۔ و **پیمائش** سے مراد افراد حکمی کو فردا فردا جدا کرکے شمار کرنا ہے مثلا ہم نے ڈھیر سے یکساں پیالے لیا و اس میں پانی بھرا یہاں تک کہ بالٹی خالی ہو گئی، پھر بھرے ہوئے پیالے شمار کیا جو 12 ہوئے تو معلوم ہوا کہ بالٹی میں 12 پیالے پانی تھا، یا ہم نے بالٹی سے ایک پیالا بھرا پھر دوسرے برتن میں پلٹ دیا و اسے شمار کیا، و ایسے ہی کرتے رہے یہاں تک کہ بالٹی خالی ہو گئی و شمار کا نتیجہ آیا 12 تو یہ بالٹی میں پانی کی مقدار ہے یعنی 12 پیالے۔

اگر کوئی کہے کہ طول پیمائش سے معلوم ہوتا ہے و اس کے افراد کبھی جدا نہیں ہوتے، جبکہ تو کہتا ہے کہ پیمائش میں افراد کو جدا کیا جاتا ہے۔ تو میں کہوں گا کہ جدا کرنا عام ہے خواہ حقیقتاً ہو، مثلا پیالے سے نکال لینا، یا حکماً ہو مثلا بالشت کر کے پیچھے چھوڑ دینا۔

و کسی مقدار کے افراد حکمی کو جدا جدا کرنے کے لیے اس کا اسی کی جنس کی ایک مقدار معین سے مقابلہ کیا جاتا ہے مثلا طول کا کسی طول سے، و حجم کا کسی حجم سے، تو مذکورہ مثال میں طول کا مقابلہ بالشت کی طول سے کیا، و پانی کے حجم کا پیالے کے اندرونی حجم سے کیا۔ و جس مقدار معین سے مقابلہ کیا جاتا ہے وہ معیار کہلاتی ہے۔

و یہ نہ کہا جائے کہ فرد حکمی و معیار ایک ہی چیز ہیں۔ کیونکہ فرد حکمی سے میری مراد مقدار مطلوب کا جز ہے، جبکہ معیار سے مراد اس فردِ حکمی کا معرّف یعنی معرفت کرانے والا ہے۔

خیر، آگے سے ہم فرد حکمی کو، و اسی سے اکثر بحث متعلق ہے، **وحدت** و **اکائی** کہیں گے، کیونکہ یہ اصطلاحات فیزکس میں پہلے سے مستعمل ہیں و ایک لفظی اصطلاح دو لفظی اصطلاح سے افضل ہوتی ہے۔

اب ایک اعتراض واضح کرتا ہوں جسے پہلے ذکر کرنا مناسب نہیں تھا۔ پیچھے تین مقادیر کے سوال گزرے ہیں کہ یہ کتنا طول ہے، یہ کتنا پانی ہے، و یہ کتنے آدمی ہیں۔ لیکن ان میں سے صرف طول ہی مقدار ہے، جبکہ پانی و آدمی مقدار نہیں ہیں؟ اس کا جواب یہ ہے کہ طول کا سوال مانوس و مروج ہے کہ پوچھا جاتا ہے یہ لمبائی کتنی ہے؟ لیکن حجم کا سوال اردو میں مانوس و مروج نہیں کہ عام طور سے نہیں پوچھا جاتا کہ یہ کتنا حجم ہے بلکہ جس کا حجم جاننا ہے اس کو حجم کے مقام پہ رکھ دیا جاتا ہے مثلا یہ کتنا پانی یا دودھ ہے؟ تو سہولت فہم کے لیے میں نے مقدار لہ کو مقدار کے مقام میں رکھ دیا، ورنہ سوال ہونا تھا کہ اس پانی کا حجم کتنا؟ یا یہ کتنا حجمِ پانی ہے؟ بہر حال طالب فزیکس کو ایسے سوال کی عادت ڈال لینا چاہیے۔ و آدمی کے بارے میں تو ظاہر کی اس کا فرد حقیقی ہوتا ہے تو اسے ظاہر کرنے کی حاجت ہی نہیں۔

مقدار طبیعی یا مقدار فیزیائی و اس کی تعبیر

ایک ہوتا واقع میں موجود، و ایک ہوتی ہے اس کی تعبیر مثلا ہاتھی واقع میں موجود ہے، جسے اردو میں لفظ ہاتھی سے و انگریزی میں لفظ elephant سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ تو دیکھو ان دونوں الفاظ میں حروف کی تعداد و شکلیں مختلف ہیں، لیکن مراد ایک ہی چیز ہے۔ تو ایسے ہی ایک مقدار کی مختلف تعبیرات ہوتی ہیں مثلا یہ پٹری 4 بالشت کی ہے و یہ پٹری 2 ذراع کی ہے، و **ذراع** سے مراد ہے ہاتھ کی بڑی انگلی سے کوہنی تک کا طول۔ تو 4 بالشت و 2 ذراع ایک ہی مقدار کی دو مختلف تعبیرات ہیں، یعنی آپس میں برابر ہیں، تو یہ جاننا مشکل نہیں کہ 1 ذراع میں کتنی بالشت ہوتی ہے و ایسے ہی اس کا بر عکس، کیونکہ اگر برابر کی مقادیر کو برابر سے تقسیم کیا جائے تو حاصل ہونے والی مقادیر برابر ہوں گی۔ مثلا اگر اس پٹری کو دو برابر حصوں میں تقسیم کیا تو ہر ایک 1 ذراع و 2 بالشت کا ہوا تو ہم نے جانا کہ 2 بالشت برابر ہے 1 ذراع کے۔ و یہی مراد ہوتا ہے درج ذیل عبارت ریاضی سے

معلوم ہے کہ 4 بالشت = 2 ذراع

تو ہوا 4 بالشت\2 = 2 ذراع\2

تو ہوا 2 بالشت = 1 ذراع

و اگر اس پٹری کو چار برابر حصوں میں تقسیم کیا ہوتا تو ہر حصہ 4 بالشت و آدھے ذراع کا ہوتا۔ و اس کی عبارت ہوگی

معلوم ہے کہ 4 بالشت = 2 ذراع

تو ہوا 4 بالشت\4 = 2 ذراع\4

تو ہوا 1 بالشت = 0.5 ذراع

و جب ہم نے جان لیا کہ 1 ذراع میں کتنی بالشت ہوتی ہے تو ذراع کی کسی بھی تعداد کو بالشت میں تعبیر کر سکتے ہیں، مثلا 8 ذراع ہوئی 16 بالشت کیونکہ 8 ذراع کا معنی ہوا 8 ٹھو 2 بالشت، یعنی عبارت ریاضی میں $8 \times 2 = 16$، پھر اس میں وحدتِ مطلوب لاحق کیا تو ہوا 16 بالشت۔ و ایسے ہی 1 بالشت میں نصف ذراع ہوتی ہے، تو 6 بالشت میں 6 ٹھو نصف ذراع ہوئیں یعنی $6 \times 0.5 = 3$، یعنی 3 ذراع۔

اگر کوئی کہے کہ پہلے تو نے کہا تھا کہ مقدار وہ ہے جو بولی جائے کتنا کے جواب میں و اب کہ رہا ہے کہ وہ تعبیر ہے و مقدار اس کا مدلول ہے، تو تیرے کلام میں تناقض ہے جو باطل ہے۔ تو میں کہوں گا کہ لفظ مقدار وضع تو عین مقدار کے لیے کیا گیا ہے جو واقع میں موجود ہوتی ہے، لیکن پھر تعبیر کے لیے بکثرت بولا جانے لگا، تو اہل فیزکس نے اسے تعبیر کے لیے ہی متعین کر دیا، و عین مقدار کے لیے **مقدار فیزیائی** و **مقدار طبیعی** وضع کیا۔ تو اب سے ہم عینِ مقدار کو مقدار طبیعی یا فیزیائی کہیں گے، جبکہ تعبیرِ مقدار کو **مقدار** کہیں گے۔

مذکورہ بحث سے حاصل ہوا کہ اگر ہمیں دو مقادیر کا تناسب معلوم ہو یعنی یہ کہ ایک مقدار کا کتنا دوسری مقدار کے کتنے کے برابر ہے، تو ہمیں ان مقادیر کو ایک سے دوسرے میں تبدیل کرنا مشکل نہیں ہوگا۔

اسلوبِ سائنسی

فیزکس میں مقادیر کو اسلوب سائنسی میں تعبیر کیا جاتا ہے۔ و وہ اسلوب یہ ہے کہ اعشاریہ کو آخری غیرِ صفر رقم سے قبل لے جاو، و اس کے اعتبار سے 10 کا ارتفاع اس میں لاحق کرو۔ مثلا 525 میٹڑ میں اعشاریہ کو 5 سے قبل لے گئے

تو ہوا $5.25 \times 100 = 5.25 \times 10^{2}$ میٹر

و ایسے ہی 0.0456 میٹر میں اعشاریہ کو 4 سے قبل لے گئے کیونکہ وہی آخری غیر 0 رقم ہے۔

تو ہوا $4.56 \backslash 100 = 4.56 \times 10^{-2}$ میٹر

تو حاصل ہوا کہ اسلوب سائنسی میں تعدادِ مقدار کو دو ضریب سے تعبیر کیا جاتا ہے جن میں سے پہلا ضریب 1 یا 1 سے 10 کے درمیان کا کوئی عدد ہوتا ہے جبکہ دوسرا ضریب 10 کا کوئی ارتفاع ہوتا ہے۔

اس کی عبارت ریاضی ہے $ح + 10^{س}$ جبکہ $1 \leq ح < 10$، و س عدد صحیح ہو۔

تو 11.1×10^{5} اسلوب سائنسی میں نہیں ہے، بلکہ ہوگا 1.11×10^{6}، و ایسے ہی 0.5×10^{1} نہ ہوگا، بلکہ 5.0×10^{0} ہوگا۔

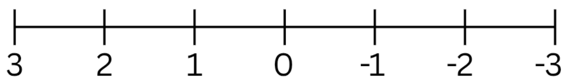
اسلوب سائنسی
$ح \times 10^{س}$ جبکہ $ح \geq 1$ و $ح < 10$
1.01×10^{7}
9.98×10^{-2}

پیمانہ

پیمانہ سے میری مراد اعداد کا متوالیہ ہے جو کسی مخصوص ترتیب پہ مرتب ہوں، و وہ مقدار فیزیائی کی پیمائش کے لیے استعمال ہو۔ و **آلۂ پیمائش** کو بھی پیمانہ کہا جاتا ہے کیونکہ وہ اس متوالیہ پہ دلالت کرتے ہیں، مثلا لکڑی یا پلاسٹک کی پٹری جس پہ اعداد صعودا لکھے ہوں یعنی 1 2 3 ... ایک سینٹی میٹر کے فاصلہ پہ تو وہ پیمانۂ سینٹی میٹر کہلائے گا، عام زبان میں اسے اسکیل کہتے ہیں۔

اگر کوئی کہے کہ ترازو میں تو کوئی عدد نہیں ہوتا بس دونوں پلڑوں کو برابر کیا جاتا ہے۔ تو میں کہوں گا کہ ہم اس میں تین اعداد مقدّر فرض کرتے ہیں، ایک 0 جب دونوں پلڑے برابر ہوں، دسورا 1 جب معیار کا پلڑا ہلکا ہو جائے، و تیسرا 1-، یعنی سلبی ایک، جب معیار کا پلڑا بھاری ہو جائے۔ لیکن انہیں ذکر کرنے کی حاجت نہیں ہوتی کیونکہ ترازو کا مقصد محض 0 کا حصول ہوتا ہے۔ لیکن بعض اعلی ترازو میں وسط میں ایک سوئی ہوتی ہے جو ایک متوالیہ کے جانب اشارہ کرتی ہے جو دونوں پلڑوں کے اوزان کا فرق بتاتا ہے۔

پیمانہ کی دو اقسام ہیں خطی و لاگی۔ **پیمانۂ خطی** وہ ہے جس میں تمام نقاط برابر کے فاصلہ پہ ہوتے ہیں مثلا 1_2_3... اس میں ہر اگلا پچھلے سے 1 زیادہ ہے، و 10_20_30... اس میں ہر اگلا پچھلے سے 10 زیادہ ہے وغیرہ۔



و **پیمانۂ لاگی** سے میری مراد لاگ-ط کا پیمانہ ہے جبکہ ط سے کوئی عدد صحیح ایجابی مراد ہو۔ میں لاگ-2 و لاگ-10 کی مثال بیان کروں گا، دوسرے کی تو اس لیے کیونکہ اسی کا سائنس میں زیادہ استعمال ہے، و پہلے کی مزید وضاحت کے لیے۔ مگر پہلے لاگ کا بیان کرتا ہوں۔ کسی عدد کے **ارتفاع** سے میری مراد اس عدد کو خود میں ضرب دینا ہے، مثلا $10^3 = 1000$ یعنی ہم نے 10 کا 3 مرتبہ ارتفاع کیا، یعنی 10×10×10، تو 1000 حاصل ہوا۔ تو اسی **مرتبۂ ارتفاع**، یعنی 3، کو لاگ کہتے ہیں۔

مثلا لاگ $_{10}$ 1000 = 3 یعنی 10 کو 1000 تک لے جانے والے ارتفاع کا مرتبہ برابر ہے 3 کے۔ و ہم اس عبارت کی لفظ میں تعبیر کریں کہ لاگ 10 تا 1000، تاکہ مبتدی و کم فہم آدمی کو بھی مراد فورا سمجھ میں آ جائے۔

مذکورہ قواعد سے حاصل ہوا کہ

لاگ $_{10}$ 10 = 1 کیونکہ 10 کو 10 تک لے جانے والا ہے 1

لاگ $_{10}$ 100 = 2

لاگ $_{10}$ 1000 = 3 ایسے ہی آگے تک جائے گا۔

و لاگ $_{10}$ 1 = 0 لیکن اس کی تفصیل کا یہ موقعہ نہیں ہے۔

ایسے ہی

لاگ $_2$ 1 = 0 کیونکہ $2^0 = 1$

لاگ $_2$ 2 = 1 کیونکہ $2^1 = 2$

لاگ $_2$ 4 = 2 کیونکہ $2^2 = 4$

لاگ $_2$ 8 = 3 کیونکہ $2^3 = 8$

لاگ $_2$ 16 = 4 کیونکہ $2^4 = 16$

تو اب پیمانۂ لاگ پہ لوٹتے ہیں۔ خوب سمجھ لو کہ لاگ-ط کے پیمانہ پہ ہر اگلا مقام پچھلے سے ط گنا زیادہ ہوتا ہے۔ مثلا **پیمانۂ لاگ-2** میں ہر اگلا پچھلے سے 2 گنا زیادہ ہوگا، تو ہوا 1_2_4_8_16... ، و اس کی تعبیر کی مزید دو اقسام ہیں، ایک یہ کہ 2^0_2^1_2^2_2^3_2^4 و حل کرنے پہ یہ پہلے والی شکل میں آ جائے گی، و دوسری یہ کہ 0_1_2_3_4 و اس میں یہ صراحت کرنی ہوگی کہ یہ لاگ-2 ہے، و یہ بھی پہلی شکل میں آ جائے گی، و دھیان رہے پہلی شکل ہی اصل ہے۔ یہاں تینوں شکلوں کے پہلے عدد میں غور کرو کہ 1 و ط^0 و 0 برابر ہوتے ہیں، و یہ بہت اہم ہے۔

اب **پیمانۂ لاگ-10** کا ذکر ہے جس کو بتانا ہی مقصد ہے۔ اول تو ہر اگلا مقام پچھلے سے 10 گنا زیادہ ہوگا مثلا 1_10_100_1000... ، پھر اسے کبھی 10^0_10^1_10^2_10^3... لکھتے ہیں، و کبھی 0_1_2_3... صراحت کے ساتھ کہ لاگ-10 ہے۔ و ایسے ہی اگر ہم 1 سے پیچھے جاتے ہیں تو ہر پچھلا مقام اگلے سے 10 گنا کم ہوگا۔ مثلا 1_0.1_0.01_0.001_0.0001... ایسے ہی پیچھے تک جائے گا، لیکن 0 کبھی نہیں ہوگا۔ و دوسری تعبیرات ہوں گی 10^0_10^{-1}_10^{-2}_10^{-3}... و 0_-1_-2_-3... جبکہ لاگ-10۔

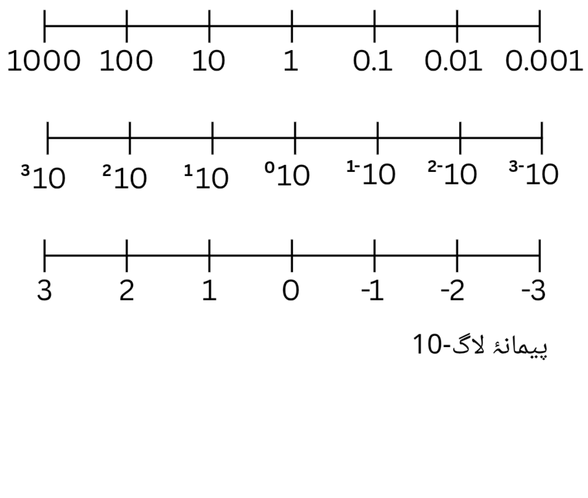
تو لاگ-10 کی کامل صورت ہوئی کہ

...1000_100_10_1_0.1_0.01_0.001_0.0001...

...10^3_10^2_10^1_10^0_10^{-1}_10^{-2}_10^{-3}...

...3_2_1_0_-1_-2_-3...

اب طالب کو چاہیے کہ اسے ذہن نشین کر لے۔



پیمانۂ لاگ-10

خیر، پیمانۂ لاگی پہ بہت بڑی و بہت چھوٹی چیزوں کی تعبیر کی جا سکتی ہے۔ مثلا 1،392،700،000 میٹر سورج کا قطر ہے، و 0.00000000010583544218 میٹر ذرۂ ہایڈوجن کا قطر ہے۔ و انہیں تصور میں بھی پیمانۂ خطی پہ تعبیر نہیں کیا جا سکتا۔ خیر، پیمانۂ لاگ-10 میں تعبیر کرنے کے لیے ہم ان مقادیر کو 1 سے 10 کے وسط میں لاتے ہیں، اعشاریہ کو آگے یا پیچھے کر کے حسب حاجت ارتفاع 10 کو ضریب بناتے ہیں۔ مثلا 1.3927×10^{9} میٹر و $1.0583544218\times10^{-10}$ میٹر۔ تو اب یہ بتانا آسان ہے کہ سورج کے ایک قطر میں کتنے ذرات آئیں گے مثلا $1.3927\times10^{9} \backslash 1.0583\times10^{-10}$ ہوا 1.3159×10^{19}۔

و یہ اعتراض نہ کیا جائے کہ مذکورہ دونوں مقادیر تو اتنی بڑی و چھوٹی ہیں کہ اس کی پیمائش ممکن ہی نہیں ہے، کیونکہ اس کے لیے تو مقدار کو پیمانہ کے مقابل میں لانا پڑتا ہے جو یہاں ممکن نہیں، نہ تو ذہن میں و نہ ہی خارج میں۔ کیونکہ پیمانۂ لاگ سے ہم مقادیر کی پیمائش نہیں کرتے بلکہ اسے تعبیر کرتے ہیں، و یہ پیمانہ، اپنی اس وسعت کے ساتھ، محض ہمارے ذہن میں ہوتا ہے نہ کہ خارج میں، و خارج میں تو بس اس کی تعبیر ہوتی مثلا گراف، و یہ سب ممکن ہے۔ و اگر سوال کیا جائے کہ پھر وہ مقادیر معلوم کیسے ہوئیں، تو اس کا جواب یہ ہے کہ انہیں دوسری مقادیر سے حساب کر کے حاصل کیا گیا ہے۔ کیونکہ مقادیر کا علم دو طریقوں سے حاصل ہوتا ہے اول پیمائش و دوسرا حساب۔

مرتبۂ تعداد

کسی مقدار کے جز عددی، یعنی تعداد، کا مرتبہ پیمانۂ لاگ-10 میں وہ مقام ہے جس پہ اس تعداد کو منطبق کیا جائے، یعنی ...0.01، 0.1، 1، 10، 100، 1000... وغیرہ۔ و اسے منطبق کرنے کے تین طرق ہیں جنہیں ہم زیری، زبری و تقریبی کہیں گے۔ تو پہلے ہم نے 325 کا لاگ-10 نکالا جو حاصل ہوا 2.51۔
پھر زیری میں 2.51 کو اس سے چھوٹے سب سے بڑے عدد صحیح تک لوٹایا جو ہوا 2، تو مرتبۂ تعداد ہوا 10^2۔
و زبری میں 2.51 کو اس سے بڑے سب سے چھوٹے عدد صحیح تک لوٹایا جو ہوا 3، تو مرتبۂ تعداد ہوا 10^3۔
و تقریبی میں 2.51 کو اس کے سب سے قریبی عدد صحیح تک لوٹایا جو ہوا 3، کیونکہ 2.51 زیادہ قریب ہے 3 سے بمقابلہ 2 کے، تو مرتبۂ تعداد ہوا 10^3۔
و 305 کا لاگ-10 ہے 2.48۔ تو زیری و زبری تو پہلے کے مثلا 10^2 و 10^3 ہی ہوں گے، لیکن تقریبی 10^2 ہوگا کیونکہ 2.48 زیادہ قریب ہے 2 سے بمقابلہ 3 کے۔ واضح رہے کہ اسلوب سائنسی میں موجود ارتفاعِ 10 کا مرتبہ و مرتبۂ تعداد دو مختلف چیزیں ہیں جو کبھی یکساں ہوتے ہیں کبھی نہیں۔ بالخصوص، وہ ارتفاعِ 10 و مرتبۂ زیری ہمیشہ یکساں ہوتے ہیں، و وہ و مرتبہ زبری ہمیشہ مختلف ہوتے ہیں، و وہ و مرتبہ تقریبی کبھی یکساں و کبھی مختلف ہوتے۔

و اگر کوئی کہے کہ کسی مقدار کے مرتبۂ تعداد کا حساب میں استعمال کرنا صحیح نہیں، ورنہ نتیجہ میں ان تمام مقادیر کا انحراف شامل ہو جائے گا جو حساب میں شامل ہیں و نتیجہ جو ہونا چاہیے اس سے کافی الگ ہوگا۔ تو ہم کہیں گے کہ اہم امور میں تو بالکل ہی جائز نہیں، لیکن ایسے موقعہ پہ جب تخمینہ لگانا ہو تو کچھ حرج نہیں، مثلا کوئی سوال کرے کہ سر میں کتنے بال ہیں یا کہکشاں میں کتنے تارے ہیں۔

اگر کوئی کہے کہ بعض کتب فیزکس کہتی ہیں کہ، مثلا، مرتبہ 10^2 ہے، و بعض کہتی ہیں کہ وہ خالص 2 ہے۔ تو صحیح کیا ہے؟ تو میں کہوں گا کہ مرتبۂ تعداد تو 2 ہی ہے لیکن تنہا نہیں بلکہ جب وہ 10 کے ارتفاع پہ دال ہو۔ تو بعض لوگ اسے 10 کے ساتھ تعبیر کرتے ہیں تاکہ اس کے تنہا مرتبہ ہونے کا وہم نہ ہو، و بعض تنہا تعبیر کرتے ہیں کیونکہ 10 کا اس کے ساتھ ہونا تو متعین ہے۔ و یہ بات اکثر لوگ واضح نہیں کرتے۔

عالمی نظام اکائیات

انسانی تاریخ میں مختلف خطۂ زمین پہ مختلف اکائیات استعمال ہوتی آئی ہیں جن کی چند امثلہ درج ذیل ہیں۔

- ایک پوروشا، یعنی 1 آدمی کی لمبائی، جو تقریباً 1.7 میٹر سے 1.8 میٹر تک ہوتی تھی۔ یہ قدیم ہند میں استعمال کی جاتی تھی۔
- دوسری بو، یعنی دو قدم کی لمبائی، جو 1.3 سے 1.5 میٹر تک ہوتی تھی۔ یہ قدیم چین کی اکائی ہے۔
- تیسری یارڈ، یعنی بادشہ کی ناک سے اس کے سیدھے تنے ہوئے ہاتھ کے انگوٹھے تک کی لمبائی۔ یہ تقریبا 0.91 میٹر ہوتی تھی۔ یہ انگریزی اکائی ہے۔

اب ان سب میں ایک بڑا عیب ہے کہ ان کے معیار برابر نہیں ہوتے، مثلا پوروشا کا معیار آدمی کی لمبائی ہے و ہر آدمی کی لمبائی برابر نہیں ہوتی، و معیار کے بدلنے سے نتیجۂ پیمائش بدل جاتا ہے۔ مثلا اگر ایک چھوٹا و ایک لمبا آدمی اپنی اپنی لمبائی سے زمین کی پیمائش کریں تو ان کے نتائج مختلف ہوں گے۔ تو ایسی صورت میں وہ لوگ فرق کو نظر انداز کر دیتے تھے۔ لیکن سائنسی میں ایسا فرق بہت بڑا مسئلہ تھا جس کو کسی قیمت پہ بھی نظر انداز نہیں کیا جا سکتا تھا۔ تو سائینسدانوں نے تمام مقادیر کی پیمائش کے لیے ایک نظام بنایا جس کا نام رکھا عالمی نظامِ اکائیات یعنی اکائیات کا عالمی نظام، جس میں ہر مقدار کے لیے ایک معین اکائی وضع کی گئی۔ و اس کے لیے انہوں نے مقادیر کو دو اقسام میں تقسیم کیا، اصل و فرع۔

پھر ہر اصل اکائی کے لیے معین معیار وضع کیا، مثلا 1 **میٹر** کے لیے کہا کہ وہ خط استوا سے قطب شمالی تک کی دوری کا 10،000،000 حصوں میں سے 1 حصہ ہے، تاکہ تمام عالم میں وہ اکائی ایک برابر رہے، مختلف نہ ہونے پائے۔ لیکن اس میں بھی ابہام تھا کیونکہ اس کی باریکی سے پیمائش کی ہی نہیں جا سکتی تھی۔ لہذا اسے بہتر بنانے کے لیے بدلا جاتا رہا، یہاں تک کہ اب 1 میٹر وہ مسافت ہے جو نور لمحہ کے 299,792,458 حصوں میں سے 1 حصہ میں تہ کرتا ہے۔ و یہ نہایت ہی باریکی سے جانی جا سکتی ہے، لیکن مستقبل میں بدل سکتی ہے اگر کوئی افضل تعریف حاصل ہوئی تو۔

و اکائی فرعی چونکہ اکائیات اصلی سے حاصل ہوتی ہے، تو اس کی صحت انہیں پہ مبنی ہے۔ مثلا رفتار کی اکائی میٹر در لمحہ ایک اکائی فرعی ہے جو دو اکائیات اصلی پہ مبنی ہے، میٹر و لمحہ۔

معلوم ہونا چاہیے کہ اکائیات اصلی 7 ہیں، باقی دیگر سب فرعی ہیں۔

- پہلی **میٹر**، طول کے لیے ہے، اس کی تعبیر m سے مروج ہے، و ہم اسے مائے مقطوع سے تعبیر کریں گے یعنی م سے مثلا 3 م۔
- دوسری **کلو گرام**، ماس کے لیے ہے، ابھی کے لیے ماس کو وزن سمجھ لو، حالانکہ دونوں میں اہم فرق ہے جو عن قریب آئے گا۔ اس کی تعبیر kg سے مروج ہے، و ہم کگ سے کریں گے یعنی 5 کگ۔

- تیسری **لمحہ**، زمان کے لیے ہے، اس کی تعبیر s سے مروج ہے، و ہم لـ سے کریں گے مثلا 9 لـ ۔
- چوتھی **ایمپیر**، جریان برق یعنی بجلی کے بہاو، کی پیمائش کے لیے ہے۔ اس کے لیے A مروج ہے، ہم ئم سے کریں گے، مثلا 4 ئم ۔
- پانچویں کیلوین، حرارت کے لیے ہے، و K مروج ہے، و ہم کیِ استعمال کریں گے مثلا 102 کیِ ۔
- چھٹوی **مول**، مادہ کے شمار کے لیے ہے، تعبیر کے لیے mol مروج ہے، تو ہم اسے مول ہی رکھیں گے مثلا 2 مول۔
- ساتویں **قندیلہ**، شدت چمک کے لیے ہے، تعبیر cd سے کی جاتی ہے، جبکہ ہم قذ اختیار کریں گے مثلا 8 قذ ۔

یہ ساتوں ایسے اختیار کی گئی ہیں کہ جن کی بسہولت پیمائش کرنا آسان ہو، و تمام فروعات ان سے حاصل کی جا سکیں۔

نظام عالمی کی اکائیات اصلی		
مقادیر	نام اکائیات	رمز اکائیات
طول	میٹر	مہ (m)
ماس	گلو گرام	گگ (kg)
زمان	لمحہ	لـ (s)
جریان برق	ایمپیر	ئم (A)
حرارت	کیلوین	کیِ (K)
شمار مادہ	مول	مول (mol)
شدت چمک	قندیلہ	قذ (cd)

ابتداً ماس کی اصل اکائی گ یعنی **گرام** تھا، نہ کہ کگ، و 1گ برابر تھا 1مہ³ پانی کے 4° سیلسیس پہ۔ و 1مہ³ اس پانی کی مقدار ہے جو ایسے برتن میں بھرا ہو جس کی لمبان، چوڑان و گہران تینوں 1مہ ہوں۔ و **سیلسیس** پیمانۂ خطی پہ کیلوین کے مقامِ 273.15 سے شروع ہوتا ہے، جس کی عبارت ریاضی ہے س= کیِ - 273.15۔ و لمحہ کی تعریف کی گئی کہ وہ اوسط شمسی دن کے 86,400 حصوں میں سے 1 حصہ ہے، جس کی عبارت ریاضی ہے 1\86400 ۔ و شمسی دن سے مراد ہے ٹھیک دو پہر سے ٹھیک دو پہر تک کا وقت۔ و اوسط سے مراد ہے تمام سال کے دنوں کا اوسط۔ و 1 **ایمپیر** کہا گیا جریان برق کی اس مقدار کو کہ جو اگر دو ایسے موصلات سے گزرے جو خلا میں متوازیا 1 میٹر کے فاصلہ پہ

وضع کیے گئے ہوں تو ان کے درمیان 2×10^{-7}ن کا زور ہوگا، یعنی ایک دوسرے کو اس زور سے ڈھکیلیں گے اگر جریان دونوں میں ایک ہی جانب سے ہوگا، و کھیچیں گے اگر جریان مخالف جانب سے ہوگا۔ و ن سے مراد یہاں نیوٹن ہے جو زور کی اکائی ہے۔

واضح رہے کہ یہ تمام اکائیات طبیعت نے پیدا نہیں کیا ہے۔ بلکہ محض انسانی مصنوعات ہیں، و یہ تمام تعریفات محض انسانی موضوعات و مسلمات ہیں۔ لیکن انہیں سے کائینات کی پیمائش کی جاتی ہے۔

یہاں یہ نہ کہا جائے کہ اس رسالہ میں عموما تو میں نے کافی تفاصیل بیان کی ہے۔ لیکن یہاں بعض اکائیات کے معیاروں کی محض قدیم تعریفات کے بیان پہ اکتفاء کیا، اعراض کرتے ہوئے مودودہ تعریفات سے۔ کیونکہ میرا مقصد اس کتاب سے فن کو سہل بنانا ہے نہ کہ دشوار، و موجودہ تعریفات کافی دشوار ہیں کیونکہ ان کا فہم ایسی چیزوں کے فہم پہ موقوف ہے جو فیزکس کے اعلی درجات سے تعلق رکھتی ہیں۔ پھر لزوم دور کا خطرہ بھی ہے، مثلا اگر اعلی چیزیں بیان کرنا چاہوں تو پہلے بنیادی چیزیں بیان کرنی ہوں گی جن پہ وہ اعلی چیزوں کا فہم موقوف ہے، و اس سے پہلے وہ بیان کرنا ہوگا جو ابھی کرنا ہے، لیکن وہ بیان کر نہیں سکتا کیونکہ وہ تو اعلی چیزوں پہ موقوف ہے، تو میں کچھ بھی بیان نہ کر پاؤں گا۔

اکائیات فرعی کی چند امثلہ پہ بھی نظر ڈال لینا چاہیے۔

- رفتار، اس کی اکائی مرکب ہے میٹر و لمحہ سے جس کی تعبیر ہے m/s، و ہم م/ل سے تعبیر کریں گے۔
- زور، و اس کی اکائی مرکب ہے کلو گرام، میٹر و لمحہ سے۔ و اسے تعبیر کیا جاتا ہے $kg.m.s^{-2}$ سے، و ہم اسے تعبیر کریں گے کگ م ل$^{-2}$ سے۔ و زور کی اکائی کے لیے ایک نام وضع کیا گیا ہے، نیوٹن، لیکن پہلے گزری رفتار کی اکائی کے لیے کوئی نام نہیں ہے۔ تو معلوم ہوا کہ بعض اکائیات مستقل نام ہیں و بعض کے نہیں۔ و نیوٹن کو N سے تعبیر کیا جاتا ہے، و ہم ن سے کریں گے۔

سابقاتِ وحدت

واضح رہے کہ جب کسی چیز کے اول میں کچھ بڑھاتے ہیں تو اسے **سابقہ** کہتے ہیں و جب اس کے آخر مین کچھ بڑھاتے ہیں تو اسے **لاحقہ** کہتے ہیں۔ مثلا ب سے 2ب و ب2 میں پہلے 2 کو سابقہ کہیں گے جبکہ دوسرے کو لاحقہ۔ خیر اب بات کریں گے وحدت کے سابقات کی۔ مثلا میٹر سے سینٹی میٹر و کلو میٹر میں سینٹی و کلو سابقات ہیں۔

ہمارے زمانہ میں فیزیکس میں کل چوبیس سابقات استعمال ہوتے ہیں جن میں سے ہر ایک 10 کے ایک معین ارتفاع پہ دلالت کرتا ہے۔ پھر ان میں سے بارہ ایجابی ارتفاعات پہ دلالت کرتے ہیں جبکہ بارہ سلبی پہ۔ و ان میں سے ہر ایک کے لیے ایک معین نام و ایک معین رمز ہے جس سے ان کی تعبیر کی جاتی۔ تو ہم ان تمام چیزوں کو، یعنی سابقات کے نام، رموز و قیم، جدول سے بیان کریں گے، اس طور پہ کہ پہلا ستون ان کے نام بتائے گا، دوسرا رموز مروج، و تیسرا ان کی قیم۔ و ایک چوتھا ستون بھی ہوگا جس میں ہم اردو تعبیر کے لیے رموز وضع کریں گے۔

دواخل	رموز مروج	قیم	رموز اردو
کیٹا	Q	10^{30}	کے
رونا	R	10^{27}	رو
یوٹا	Y	10^{24}	ی
زیٹا	Z	10^{21}	زے
ایکسا	E	10^{18}	ئے
پیٹا	P	10^{15}	پ
ٹیرا	T	10^{12}	ٹ
گیگا	G	10^{9}	گ
میگا	M	10^{6}	م
کیلو	k	10^{3}	ک
ہیکٹو	h	10^{2}	ھے
ڈیکا	da	10^{1}	ڈے

ڈیسی	d	10^{-1}	ڈ
سینٹی	c	10^{-2}	س
میلی	m	10^{-3}	م
مائکرو	µ	10^{-6}	مک
نانو	n	10^{-9}	ن
پیکو	p	10^{-12}	پ
فیمٹو	f	10^{-15}	ف
ایٹو	a	10^{-18}	ئ
زیپٹو	z	10^{-21}	ز
یوکٹو	y	10^{-24}	ی
رونٹو	r	10^{-27}	ر
کیکٹو	q	10^{-30}	ک

یہاں تعبیرِ اردو میں قاعدہ یہ ہے کہ میں نے ارتفاعاتِ ایجابی کے لیے آخر سے کٹنے والے حروف کو سالما استعمال کیا ہے، جبکہ سلبیات کے لیے مقطوعا استعمال کیا ہے۔ و ایسے ہی نہ کٹنے والے حروف کو ایجابیات کے لیے 'و' یا 'ے' کے ساتھ استعمال کیا ہے جبکہ سلبیات کے لیے ان کو تنہاں استعمال کیا ہے۔

مقدار میں سابقہ ارتفاعِ 10 کا بدل ہوتا ہے مثلا

1000م = 1×10^{3}م = 1کم   کیونکہ 10^{3} = ک ،

3.45م = 345×10^{-2}م = 345سم   کیونکہ 10^{-2} = س ،

بہرحال کسی وحدت پہ ایک سے زیادہ سابقات نہیں آ سکتے، مثلا مکم یعنی میگا کیلو میٹر نہیں ہو سکتا، بلکہ گم ہوگا جو کہ 10^{9} ہوتا ہے، کیونکہ میگا ہے 10^{6} و کیلو ہے 10^{3} ،

تو ہوا $10^{6} \times 10^{3}$ م = 10^{9}م ۔

و اگر کسی ارتفاع کے مقابل کوئی سابقہ نہ ہو تو اس کے سب سے قریبی ارتفاع کا ترجمہ کریں جس کے لیے سابقہ ہو و باقی کو ویسے ہی چھوڑ دینگے۔

مثلا 10^{10}م = 10×10^{9}م = 10گم

و 10^{11}م = $1\backslash10 \times 10^{12}$م = 0.1 ٹم   کیونکہ 10^{12} = ٹ ،   لیکن سائنسی اسلوب میں ہوگا 1×10^{-1} گم ۔

خیر، میں کہتا ہوں کہ سابقات کو مزید آسان و واضح طور پہ تعبیر کیا جا سکتا ہے۔ کم ، مم ، گم کو سا3م سا6م ، و سا9م جن سے مراد ہوگا 10^{3} ، 10^{6} ، 10^{9} اوپر تک۔ و ایسے مم ، مکم ، نـم کو سی3م ، سی6م ، سی9م جن سے مراد ہوگا 10^{-3} ، 10^{-6} ، 10^{-9} نیچے تک۔ و فائدہ اس کا یہ ہے کہ وحدات کی تبدیلی آسان ہوگی۔ مثلا 4سا9م کو سا6م میں تبدیل کرنا ہے تو ہوگا 4×10^{3} سا6م یعنی 4000سا6م ۔ و 2سا3م کو م میں تبدیل کرنا ہے تو ہوگا 2×10^{3}م یعنی 2000م ۔ و ایسے ہی اگر 3سا2م کو سا6م میں تبدیل کرنا ہو تو ہوگا 3×10^{-4}سا6م یعنی 0.0003سا6م ۔ و ایسے ہی 3سا2م کو سی3م میں کرنا ہو تو ہوگا 3×10^{5}سی3م یعنی 300،000سی3م ۔ و اس کا قاعدہ بالکل ظاہر ہے۔ لیکن یہ طریقہ موجودہ تعلیم میں غیر متعارف ہے۔

تجزیۂ بُعد

بعد، با پہ ضَمّہ کے ساتھ، لفظی معنی ہے دوری۔ یہاں اس سے مراد مقدار کی جنس ہے، مثلا طول بنا کسی قید کے بُعد ہے۔ اے طالب ممکن ہے کہ اب تو کہے کہ نہیں سمجھا بلکہ مزید تشویش میں پڑ گیا۔ تو میں بعد، مقدار فیزیایی، مقدار یعنی اس کی تعبیر، وحدت و معیار کا فرق و آپسی تعلق ذکر کر رہا ہوں جو تیرے لیے تکلیف سے شفا ہوگا۔ سنوں، مثلا، طول جو کسی چیز سے متعلق ہو تو وہ مقدارِ فیزیائی ہے مثلا زید کا طول یا ایک جگہ سے دوسری جگہ کا طول یا کسی چیز کا طول۔ و طول مطلقاً یعنی بنا کسی چیز سے تعلق کے بُعد ہے۔ و مقدار فیزیائی کی تعبیر خواہ لفظاً ہو یا کتاباً مقدار ہے۔ و ایسے ہی وحدت بھی ایک مقدار ہے کیونکہ مقدار فیزیائی کے ایک جز پہ دال ہے۔ و معیار وہ چیز ہے جس سے مقابلہ کر کے مقدار کی پیمائش کی جاتی ہے و یہ 1 وحدت پہ دال ہوتا ہے۔ چونکہ یہ امور گہرے فلسفیانہ ہیں، اس لیے مزید وضاحت دیگر الفاظ میں بھی کر دیتا ہوں۔ اگر سوال ہو کہ طول کیا ہے، تو جواب ہوگا بعد۔ و اگر ہو کہ اِس چیز کا طول کیا ہے، تو جواب ہوگا مقدار فیزیائی۔ و اگر ہو کہ یہ مقدار فیزیائی کتنی ہے تو جواب میں جو بولی جایے وہ ہوگی مقدار مثلا 4م ۔ و اگر ہو کہ مقدار کا سب سے چھوٹا غیر مکسور جز کیا ہے تو جواب ہوگا وحدت۔ و اگر ہو کہ یہ وحدت کیسے وضع کی گیی تو جواب ہوگا معیار سے۔

اگر کوئی کہے کہ جیسے مقدار و مقدار فیزیائی ہیں، ویسے ہی وحدت و وحدت فیزیائی و بعد و بعد فیزیائی بھی ہونا تھا، کیونکہ یہ چیزیں بھی واقع میں ہوتی ہیں و ان کو بھی تعبیر کیا جاتا ہے۔ تو میں کہوں گا کہ ہمیں وحدت کے عین کا ذکر کرنے کی حاجت ہی نہیں پڑتی سوائے پیمائش و وحدات کی بحث کے، و ایسے ہی بعد بھی، تو ان کے عین کے لیے مخصوص لفظ نہیں ہے، جبکہ مقدار کے عین کا ذکر ہوتا ہے تو اس کے لیے مخصوص اصطلاح ہے۔

و ابعاد کو بریکیٹِ تربیعی میں انگریزی کے معین حروف اکبر سے تعبیر کرنا مروج ہے، یعنی طول [L]، ماس [M]، زمان [T]، جریان برق [I]، پارائے حراریات [Θ]، شمار مادہ [N]، شدت چمک [J]۔ و ہم اسے حروف ہجاء غیر مقطوع سے تعبیر کریں گے، یعنی طول [ط]، ماس [م]، زمان [ز]، جریان برق [ج]، پارائے حراریات [پ]، شمار مادہ [ش]، شدتِ چمک [ک]۔

مقادیر	ابعاد
طول	[ط] ([L])
ماس	[م] ([M])
زمان	[ز] ([T])
جریان	[ج] ([I])

پارا	[پ] ([O])
شمار مادہ	[ش] ([N])
شدت چمک	[ک] ([J])

و مقادیر فرعی یا تو بلا واسطہ مقادیر اصلی سے مؤلف ہوتی ہیں، یا بالواسطہ یعنی کسی دوسری مقادیر فرعی سے مؤلف ہوتی ہیں، جو مقادیر اصلی سے مؤلف ہوتی ہیں۔ تو تمام مقادیر فرعی لوٹتی ہیں 7 مقادیر اصلی کے جانب۔ لہذا ان کا بعد مؤلف ہوتا ہے انہیں 7 ابعاد سے۔ تو ہوا، مثلا، رفتار کا بعد [طز$^{-1}$]، و زور [مطز$^{-2}$]۔

خیر، **تجزیۂ بعد** سے مراد کسی بعد کا جائزہ لینا ہے۔ و کسی مساوات کی صحت جانچنے کے لیے اس کے دونوں جوانب کے ابعاد کا جائزہ لیا جاتا ہے، پھر اگر دونوں مختلف ہوئے تو مساوات غلط ہے، ورنہ نہیں۔
مثلا ف = بـ×جـ جبکہ ف فاصلہ ، بـ رفتار و جـ زمان ہے۔
تو ہم نے انہیں ابعاد سے تبدیل کیا،
تو ہوا ف = [ط]، بـ = [ط \ ز]، جـ = [ز]۔
بـ×جـ = [ط \ ز] × [ز] = [ط × ز \ ز] = [ط]
تو دونوں جانب [ط] آیا یعنی عبارت صحیح ہے۔

اب ہم ماس و وزن کا فرق بیان کر سکتے ہیں۔ اجسام خواہ چھوٹے ہوں یا بڑے ایک دوسرے کو کھینچتے ہیں، یعنی ان کے درمیان ایک زور ہوتا ہے و اسے ہم زورِ جاذب کہیں گے، لیکن بڑے اجسام کے درمیان اس کا اثر ظاہر ہوتا مثلا شمس و ارض، جبکہ چھوٹے اجسام کے درمیان ظاہر نہیں ہوتا مثلا دو سیب۔ و آیسے ہی زمین جب کسی چیز کو کھینچتی ہے، مثلا سیب کو، تو سیب بھی اسے کھینچتا ہے، لیکن سیب زمین سے بہت چھوٹا ہے تو اس کی طرف چلا جاتا ہے۔ تو جو زور سیب و زمین کے درمیان ہوتا ہے اسے فیزکس میں وزن کہا جاتا ہے۔ یعنی وزن زور ہے جو ایک بعد ہے، و ماس دوسرا بعد ہے۔ و مقدارِ ماس کی وحدت ہوتی ہے کگ یعنی کلو گرام، جبکہ مقدار زور کی وحدت ہوتی ہے ن یعنی نیوٹن۔ و دونوں کا فرق ظاہر ہوتا اسپرنگ ترازو پہ نہ کہ پلڑوں والے ترازو پہ۔ مثلا اگر تو اسپرنگ ترازو پہ کسی چیز کا وزن کرے زمین پہ و چاند پہ تو مختلف ہوگا کیونکہ یہ وزن کی پیمائش کرتا ہے، لیکن اگر پلڑوں والے ترازو پہ کرے تو یکساں ہوگا کیونکہ وہ ماس کی پیمائش کرتا ہے، کیونکہ مثلا چاند پہ اس کے دونوں پلڑوں کا وزن برابر سے کم ہوگا تو اس سے اس کے پلڑوں پہ کوئی فرق نہ آئے گا۔

مقدار کی قیمت

کسی عبارت ریاضی کی **قیمت** سے مراد وہ چیز ہے جس پہ وہ عبارت دلالت کرے۔ تو کسی مقدار کی قیمت وہ ہوئی جس پہ وہ مقدار دلالت کرے۔ و اگر کوئی سوال کرے کہ مقدار تو مقدار فیزیائی پہ دلالت کرتی ہے تو کیا مقدار فیزیائی اس کی قیمت ہے۔ تو ہم کہیں گے کہ نہیں، مقدارِ فیزیائی وہ ہے جو خارج میں موجود ہے و مقدار سے مراد ہے، جبکہ قیمت وہ ہے جو پیمائش یا حساب سے معلوم ہوئی، و ہمارے ذہن میں موجود ہے، و یہ دونوں کبھی مختلف ہوتی ہیں۔ مثلا فرض کرو کہ ایک خط ہے جس کا طول 60م ہے جس سے ہم واقف نہیں ہیں، لیکن ہماری پیمائش سے اس کی مقدار 60.1م آئی۔ تو دیکھو مقدار 60.1م دو چیزوں پہ دلالت کرہی ہے، و دونوں مختلف ہیں۔ و اگر کوئی سوال کرے کہ عبارت و قیمت میں کیا فرق ہے۔ تو میں کہوں گا کہ قیمت ذہن میں موجود معنی ہے جبکہ عبارت ملفوظ یا مخطوط ہے جو اس معنی پہ دلالت کرتی ہے مثلا ط = 2 میں ط و 2 مختلف نقوش ہیں لیکن دلالت ایک ہی معنی پہ کر رہے ہیں۔

درستگی اور باریکی

کسی قیمت کے **درست** ہونے کا معنی ہے کہ وہ حقیقی قیمت کے برابر ہو۔ و اگر برابر نہ ہو تو دونوں کے فرق کو ہم انحراف کہیں گے۔ مثلا کسی چیز کی حقیقی قیمت 4.5م ہے، و ہماری پیمائش میں آئی 4.6م ، تو یہاں 0.1م کا انحراف ہے۔ و انحراف جتنا کم ہوگا قیمت اتنی زیادہ درست ہوگی۔ واضح رہے کہ حقیقی قیمت کبھی تو مقرر ہوتی ہے تعریف سے مثلا 1م کی، لیکن کبھی محض مسلّم ہوتی ہے مثلا بسکٹ کی پیکٹ پہ یہ لکھا ہونا کہ یہ 100گ ہے۔ و **باریک** ہونے کا معنی ہے کہ ہر پیمائش میں برابر قیمت آئے، و اگر برابر نہ ہو تو ان کے اوسط سے انحراف کو ہم عدم یقینی کہیں گے۔ مثلا مختلف پیمائش کے نتائج آئے 30.1م ، 30.8م ، 30.8م ، 30.9م جن کا اوسط ہوا 30.65م جسے ہم نے 30.7م تک لوٹایا۔ پھر اس سے 30.1م کا فرق نکالا جو 0.6م ہوا تو یہ عدم یقینی ہے یعنی قیم قیمت اوسط سے اتنی زیادہ یا کم ہو سکتی ہیں و اس کی تعبیر میں جمع و تفریق دونوں علامت استعمال ہوتی ہیں مثلا ±0.6م ۔ اگر سوال کیا جائے کہ 30.1 کا فرق کیوں لیا، 30.9 کا کیوں نہیں۔ تو میں کہوں گا کہ 30.7 کا 30.1 سے فرق 0.6 کا ہے جبکہ 30.9 سے 0.3 کا ہے، تو جو زیادہ ہے وہ لیا، کیونکہ کم سے کم اتنے انحراف کا امکان ثابت ہوا، و باریکی حاصل کرنے کا یہ سب سے سادہ طریقہ ہے۔ و اگر کوئی کہے کہ اگر تو مزید پیمائش کرے تو مزید منحرف نتائج بھی واقع ہو سکتے ہیں، تو میں کہوں گا کہ واقع تو سکتے لیکن جتنا انحراف زیادہ ہوگا اتنا امکانِ وقوع کم ہوگا، حتی کہ ایک حد کے بعد امکام ختم ہو جائے گا۔ یہاں سے معلوم ہوا کہ درستگی قیمت کی صفت ہے، جبکہ باریکی پیمائش کی۔

ارقام معتبر

سَمَ- اسکیل ، یعنی سینٹی میٹر اسکیل، پہ جو مقامات ہوتے ہیں ان میں 1سم کا فاصلہ ہوتا ہے، و جو مقامات ان کے درمیان ہوتے ہیں ان میں 1مَمَ کا فاصلہ ہوتا۔ خیر کسی مقدار کے **ارقام معتبر** وہ ہیں جو باریکی سے اس کی قیمت پہ دلالت کریں۔ مثلا ہم نے ایک خط کی پیمائش کیا، جس کا نتیجہ 5.3سم و 5.4سم کے درمیان آدھے سے تھوڑا کم آیا۔ تو اس میں اس کی مقدار 5.3سم تو یقینی ہے، لیکن اس کے بعد غیر یقینی ہے۔ وہ 5.33 بھی ہو سکتی ہے و 5.34 بھی ہو سکتی ہے، و ایسے ہی 5.33 و 5.34 کے درمیان 5.331 سے 5.339 تک کچھ بھی ہو سکتی ہے، و ایسے ہی آگے بھی ہوگا۔ تو اس مقدار میں تین ارقام معتبر ہیں 5.33، دو یقینی ہیں و ایک غیر یقینی، و باقی غیر معتبر۔ و سائینسدانوں کا طریقہ یہ ہے کہ تمام ارقام یقینی ذکر کرتے ہیں۔ لیکن خالص ایک رقم غیر یقینی ذکر کرتے ہیں، جس کو حسب قاعدہ قریبی رقم تک لوٹاتے ہیں، مثلا 5.334 سے 5.33 و 5.335 سے 5.34 تک۔ اس کا فائدہ یہ ہوتا ہے کہ کوئی بھی اس مقدار میں موجود ارقامِ معتبر کو بتا سکتا ہے، یعنی اس کی قیمت کو باریکی سے سجمھ سکتا ہے۔

و صفر، جو دو غیر صفر اعداد کے وسط میں ہو، تو وہ معتبر ہے، مثلا 400.05م میں تینوں صفر معتبر ہیں۔ و صفر، جس کے قبل کوئی غیر صفر عدد نہ ہو، وہ اعشاریہ کے ساتھ یعنی اس سے قبل یا بعد معتبر ہے، مثلا 50.00م میں تینوں صفر معتبر ہیں۔ و وہ صفر جس کے بعد کوئی غیر صفر نہ ہو قطع نظر اعشاریہ کے تو وہ غیر معتبر ہے۔ مثلا 0.0503م میں 0.0 غیر معتبر ہیں جبکہ 503 میں معتبر ہے، کیونکہ ایسے صفر فیزکس میں محض پیمانہ پہ دلالت کرتے ہیں، و یہ اسلوب سائنسی میں ظاہر ہوتا ہے، مثلا 5.03×10^{-2}م ۔ اسی لیے اسلوب سائنسی میں تعبیر کرنے کی تأکید کی جاتی ہے۔ و صفر جس سے قبل کوئی غیر صفر عدد نہ ہو و نا وہ اعشاریہ کے ساتھ ہو تو غیر معتبر ہے، مثلا 5000م، اس میں کوئی صفر معتبر نہیں، خالص 5 معتبر ہے۔ اگر کوئی کہے کہ تب تو 5 و 500 و 5000 برابر ہو گئے، تو میں کہوں گا کہ غیر معتبر ہونے کا معنی لغو ہونا نہیں ہے، بلکہ غیر یقینی ہونا ہے۔ و ایسا اس لیے کیونکہ انسان کبھی سہولت کے لیے 4998 و 5012 وغیرہ کو بھی 5000 کی طرف لوٹا دیتا ہے۔ تو اگر معتبر ہونا ظاہر کرنا ہو تو 5000.0 بولا جاتا ہے۔

و عمل ضرب و تقسیم کے نتیجہ میں اعتبار اس معمول کا ہوگا جس میں ارقام معتبر کم ہوں۔ مثلا فرض کرو کہ 2.46 و 3.2 دو معمولاتِ ضرب ہیں جن میں تمام ارقام معتبر ہیں۔ تو نتیجہ میں اعتبار 3.2 کا ہوگا، یعنی اس میں خالص دو ارقام معتبر ہوں گے، نہ کہ تین۔

تو $2.46 \times 3.2 = 7.872 \approx 7.9$

اس میں 2 کو ساقط کر کے 87 کو 9 تک لوٹا دیا، تاکہ نتیجہ میں دو ارقام آئیں۔

و ایسے ہی 4.26 و 3.1 میں تمام ارقام معتبر ہیں۔

تو $4.26 \times 3.1 = 13.206 \approx 13$

تو اس میں دو ارقام معتبر ہوئے 13۔

و عملِ جمع و تفریق کے نتیجہ میں اعتبار اس معمول کا ہوگا جس میں اعشاریہ کے کم مقامات مذکور ہیں۔ مثلا 4.1 و 3.25 میں سے اعتبار خالص 4.1 کا ہوگا، یعنی نتیجہ میں خالص دو رقم معتبر ہوں گے۔

تو 4.1 + 3.25 = 7.35 ≈ 7.4

اس کے نتیجہ میں اعشاریہ کے بعد 35 کو 4 تک لوٹا دیا، تاکہ نتیجہ میں دو ارقام آئیں۔

خیر، عدد خالص، یعنی جس کے ساتھ وحدت نہ ہو مثلا تناسب، میں ہر رقم معتبر ہوتا ہے، مثلا 4500 میں چاروں ارقام معتبر ہیں۔ و وہ نتیجۂ حساب کو متاثر نہیں کرتے۔

مثلا 24 + 30 = 720

و 35 × 10 = 350

ان دونوں نتائج میں تینوں ارقام معتبر ہیں۔ و اگر کوئی معمول حساب عدد خالص نہ ہو یعنی مقدار ہو تو نتیجہ کے ارقامِ معتبر محض اسی مقدار پہ موقوف ہوں گے۔

مثلا 12 × 25.3م = 303.6م ≈ 304م

تو یہاں چونکہ 25.3م میں تین ارقام معتبر تھے، تو نتیجہ میں تین ارقام معتبر ہوئے۔

مستقلات فیزیائی

عبارت کی دو اقسام ہیں، متغیر و مستقل۔ **متغیر** وہ ہے جس کا معنی بدلتا ہے مثلا ح جس سے کبھی 2 مراد ہوتا ہے و کبھی 7 و کبھی کچھ اور۔ و **مستقل** وہ ہے جس کا معنی متغیر نہیں ہوتا مثلا π کا معنی، و 1 و 13 کا معنی۔ خیر، **مستقلات فیزیائی** سے مراد وہ مقادیر ہیں جو کبھی بدلتی نہیں۔ مثلا رفتارِ نور کہ وہ ہمیشہ 299،792،458 م۱ا ہوتی ہے، و اس کی تعبیر بوجہ سہولت کے 3.00×10^{8} م۱ا کی جاتی ہے، و یہ کبھی متغیر نہیں ہوتی۔ و مستقل پلینک کی قیمت ہے $6.62607015 \times 10^{-34}$ ج۰ا جس کی تعبیر 6.63×10^{-34} ج۰ا کی جاتی ہے، ج سے مراد جول ہے جو توانائی کی وحدت ہے جبکہ ا سے لمحہ مراد ہے۔ و اساسی چارج ہے $1.602176634 \times 10^{-19}$ ک، جس کو $1.602176634 \times 10^{-19}$ ک تک لوٹاتے ہیں۔ یہاں ک سے مراد کولم ہے جو برقی چارج کی وحدت ہے۔

یہاں بحث پیمائش کی تمام ہوئی۔ اب انتقال و زور وغیرہ کی بحث کر سکتے ہیں۔